

Rozpowszechnienie się urządzeń mobilnych generuje zapotrzebowanie na zminiaturyzowane elementy fotoniczne z zaawansowanymi funkcjami, w tym funkcjami sterowanymi światłem.

Kryształy fotoniczne (PCs) to periodyczne *nano*struktury, które mogą modulować właściwości światła dzięki swej specyficznej strukturze. Dobrze znanym przykładem takiej struktury są skrzydła motyli wytwarzające opalizujące kolory. *Nano*struktura łusek motyli skrzydeł w szczególny sposób odbija światło i ten efekt nie wystąpiłby, gdyby łuski były większe.

Wytwarzanie takich nanostruktur fotonicznych w laboratorium nie jest trywialne. Opracowywane są różne strategie wytwarzania tego typu materiałów do uzyskania jedno- (1D), dwu- (2D) i trójwymiarowych (3D) kryształów fotonicznych. Wytwarzanie struktur fotonicznych **3D PC** jest bardzo złożone ze względu na ekstremalnie wysokie kryteria dotyczące wymagań technologicznych prowadzących do uzyskania dużego kryształu fotonicznego o jednolitej strukturze. Z tego powodu potrzebne są nowatorskie podejścia do wytwarzania materiałów do przyszłych zastosowań fotonicznych.

Nasza propozycja metody wytwarzania makroskopowych krystalicznych struktur fotonicznych opiera się o wykorzystanie **materiałów samoorganizujących się** (SAM). Cząsteczki ośrodka SAM łączą się ze sobą jak klocki, tworząc złożone struktury o pożądanych właściwościach. Jednym z przykładów materiałów samoorganizujących w makroskopowe struktury są materiały mezogenne tworzące fazy *ciekłokrystaliczne* (LC). LC są powszechnie spotykane ze względu na liczbę produktów (min. różnego typu ekranów), których działanie oparte jest o specyficzne cechy materiałów mezogennych. Właściwości wykazywane przez LC lokują je pomiędzy ciałami stałymi i cieciami.

Szczególnym rodzajem SAM jest ciekłokrystaliczna **faza błękitna (BP)**, gdzie samoorganizacja molekuł kreuje struktury kubiczne w skali nanometrowej. Ponieważ rozmiar podstawowych elementów struktury BP jest rzędu nanometrów, można je uznać za **nanokryształy fotoniczne 3D**. Struktury 3D BP wykazują efekty optyczne analogiczne do tych, jakie generują inne materiały fotoniczne, w tym te występujące w naturze. Jednakże wytwarzanie makroskopowych monokryształów BP z kontrolowaną orientacją przestrzenną wciąż pozostaje wyzwaniem. Obecnie wytwarzane struktury BP są najczęściej polikrystaliczne, gdzie rozmiar pojedynczego kryształitu jest zazwyczaj bardzo ograniczony (rzędu mikrometrów - Rys. 1 powyżej).

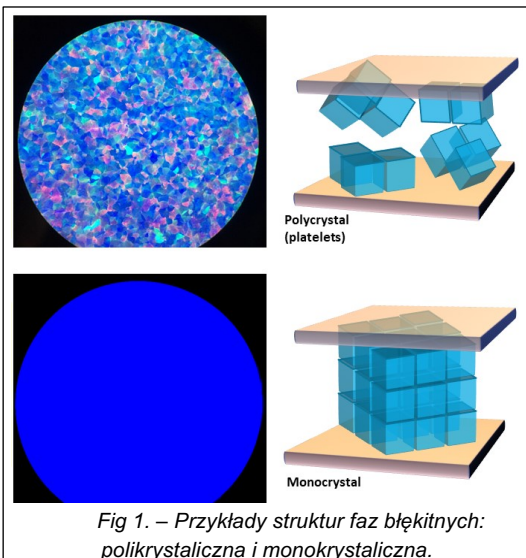


Fig 1. – Przykłady struktur faz błękitnych: polikrystaliczna i monokrystaliczna.

Celem proponowanego projektu jest uzyskanie i przebadanie makroskopowych kryształów fotonicznych 3D na bazie fazy błękitnej, gdzie kontrolowana jest przestrzenna orientacja struktury i jej parametry decydujące o właściwościach fotonicznych. Otrzymane monokryształy fotoniczne będą posiadały szczególne właściwości zaprojektowane dla realizacji **mikrolasera** o topologicznie chronionej dystrybucji przestrzennej promieniowania (przy domieszkowaniu emiterami), **przełącznika optycznego sterowanego światłem** (przy domieszkowaniu materiałem fotoaktywnym) i **przetwornika holograficznego** (jako element układu holograficznego).

Materiały emisyjne, takie jak barwniki laserujące lub kropki kwantowe, można wprowadzić do periodycznej struktury BP wywołując akcję **laserową**. Ponieważ kryształ BP jest nanostrukturą wysoce zorganizowaną światło zaimplementowanych materiałów emisyjnych jest wielokierunkowe zaś jego przestrzenny rozkład jest topologicznie chroniony przez strukturę kryształu fotonicznego BP. W trakcie realizacji projektu zamierzamy potwierdzić, że struktury BP stanowią doskonałą bazę dla projektowania topologicznie zdefiniowanych struktur **mikrolaserowych**.

W ramach realizacji proponowanego projektu partnerzy z Czech zsyntetyzują nowe związki chemiczne zwane **domieszkami fotoaktywnymi** (PD). PD należą do grupy związków, które mogą zmieniać konformację molekuł w wyniku oddziaływania specyficznego światła. Dodanie tych związków do BP spowoduje, że powstanie kryształ fotoniczny BP podatny na zmiany na żądanie właściwości takich jak rozmiar stałych sieci, pasmo selektywnego odbicia, wymiary periodu mikrostruktury laserującej. Elementy te można łatwo zaimplementować jako efektywny energetycznie przełącznik fotooptyczny, ponieważ byłyby one sterowane wyłącznie światłem, bez potrzeby stosowania drogich elektrod (bezdotykowych).

Co więcej, wytworzone kryształy fotoniczne zostaną przetestowane w układzie **holograficznym** i wewnątrz funkcjonalnej, strukturyzowanej mikrowęki. Ponadto, ze względu na unikalne cechy optyczne, elementy wykorzystujące kryształy fotoniczne na bazie BP mogą zastosować przetestowane w konstrukcji światłowodu holograficznego lub modulatora fazy światła w holograficznych układach projekcyjnych.

Badania nad tego proponowanymi kryształami fotonicznymi mają za zadanie wykreować nowe drogi wytwarzania funkcjonalnych struktur przestrzajalnych. Owocne wyniki proponowanych badań mogą prowadzić do nowatorskich zastosowań, które można zaimplementować w krótkim czasie w różnych obszarach, obejmujących między innymi optoelektronikę, zintegrowaną fotonikę, komunikację optyczną, wykrywanie i biosensing oraz narzędzia do diagnostyki biomedycznej.